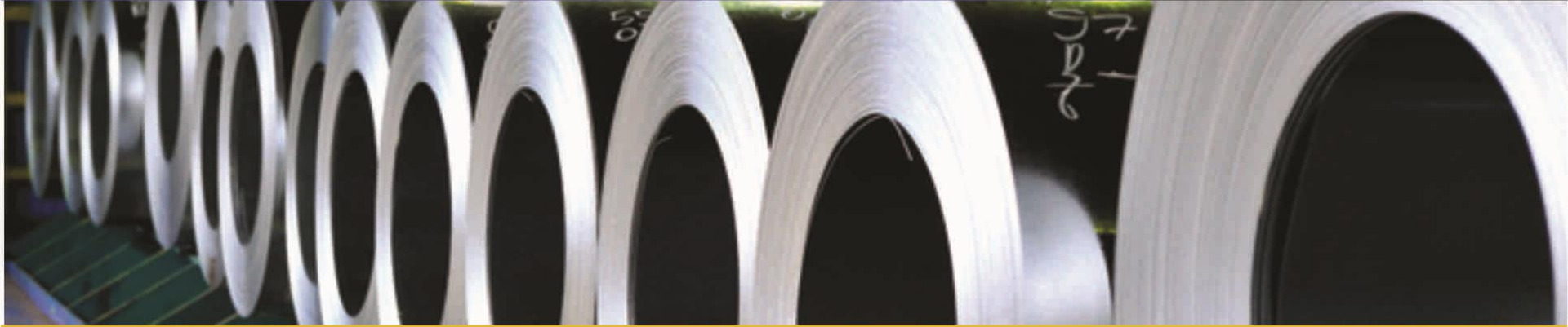


MIKELL P. GROOVER

Çeviri Editörleri: Mustafa Yurdakul - Yusuf Tansel İç

4th EDITION

4. BASIMDAN ÇEVİRİ



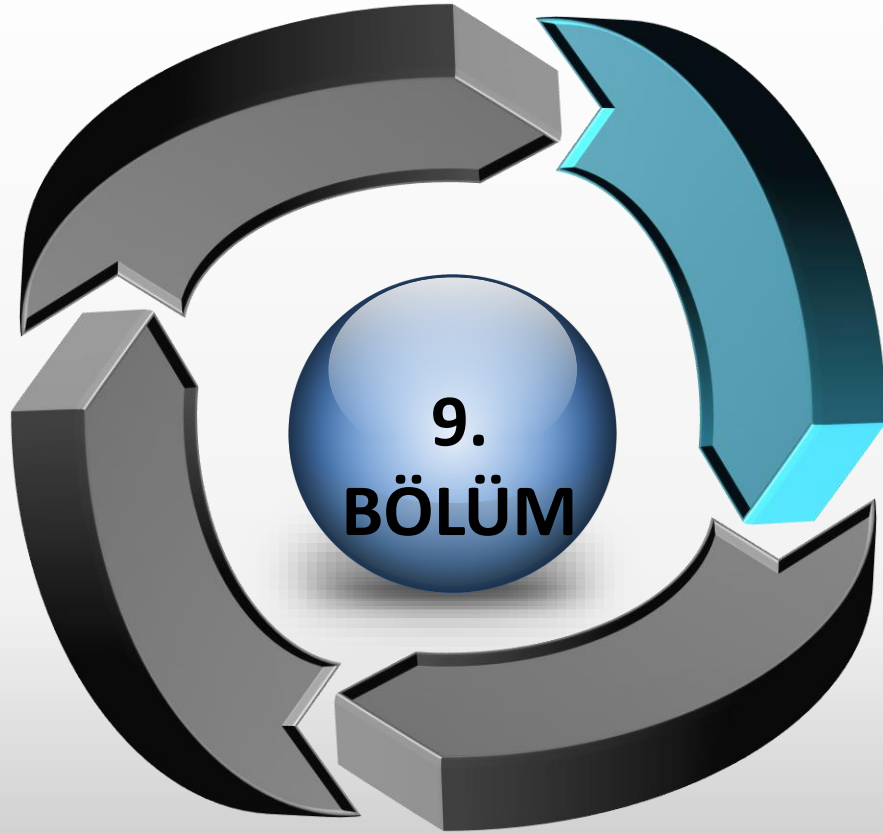
PRINCIPLES of **MODERN MANUFACTURING**

MODERN İMALATIN

PRENSİPLERİ

Gözden Geçirilmiş Yeni Basım





Dökümün Temel Prensipleri

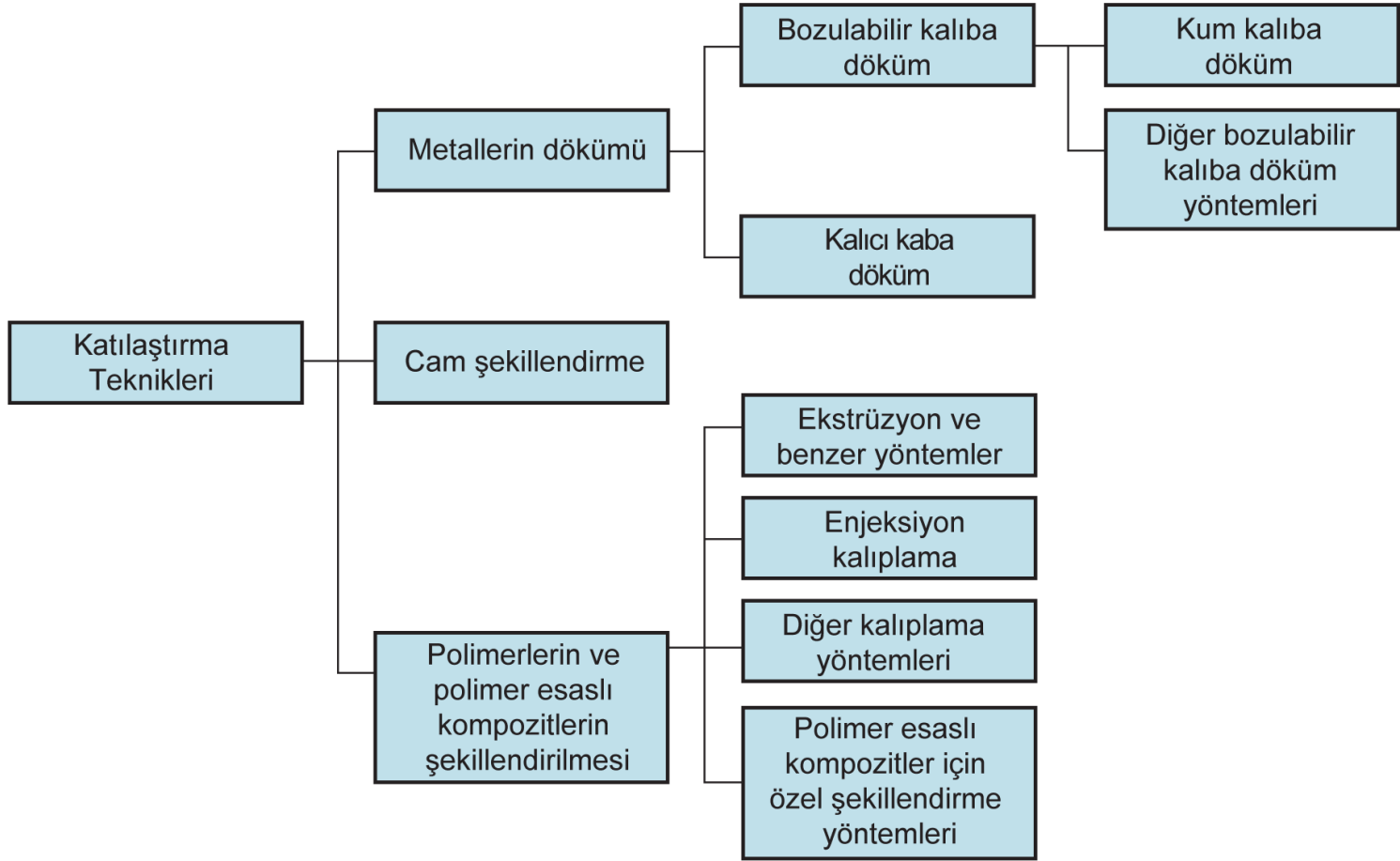
Döküm, sıvı metalin şeklini aldığı kalıp boşluğuna yerçekimi sayesinde veya basınç altında doldurulduğu ve katılaştırıldığı bir üretim yöntemidir.

Döküm ifadesi ayrıca bu yöntem ile üretilen parçaya da verilen isimdir.

Döküm Prensibi basitçe;

1. Metal eritilir
2. Kalıp boşluğuna doldurulur
3. Soğumaya-katılaşmaya bırakılır

Döküm işleminin başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için bir çok faktör ve değişken vardır



Katılaştırma tekniklerinin sınıflandırılması

Döküm Yöntemi

Avantajları

- Çok karmaşık biçimli ve içi boş parçaların üretimi mümkündür
- Nihai parça şeklini ve boyutlarını elde etmek mümkündür(Bazıları)
- Çok büyük parçaların üretimi mümkündür
- Eritilebilen tüm metallerde uygulanabilir
- Seri imalata uygundur(bazıları)

Dezavantajları

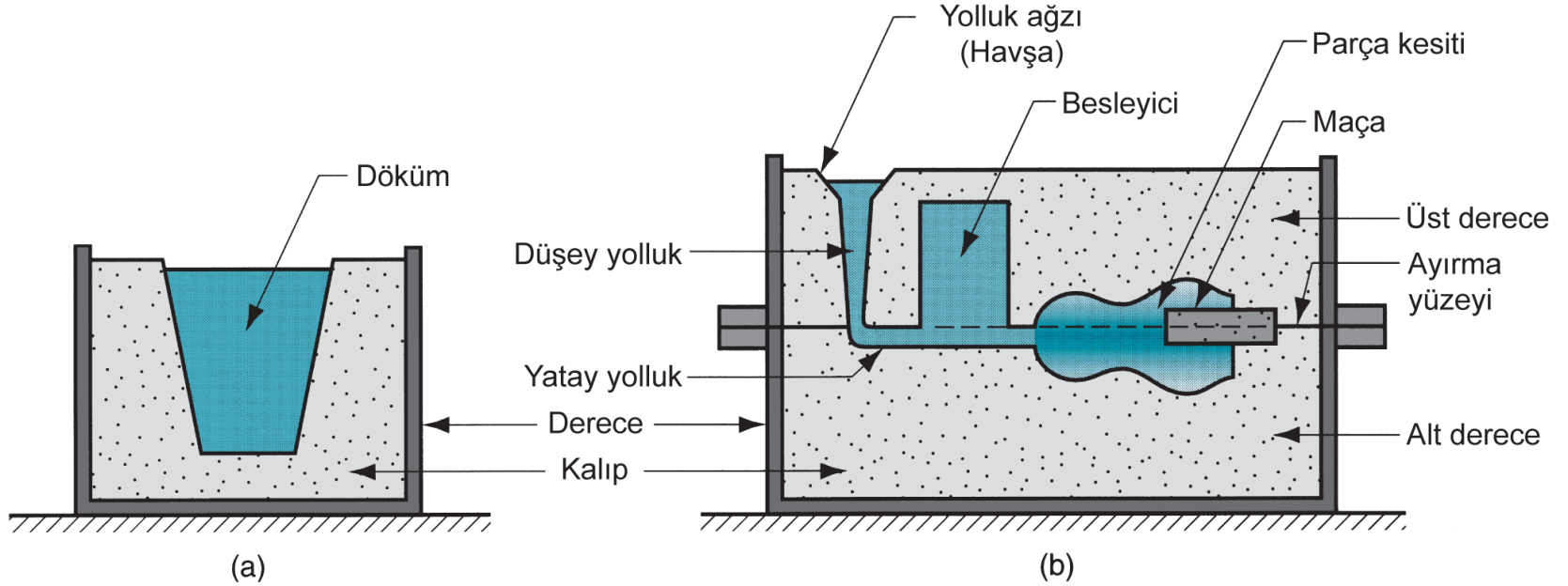
- Mekanik özellikleri düşük
- Porozite
- Düşük boyut hassasiyeti ve yüzey kalitesi(Bazıları)
- Güvenlik sorunları(sıvı metal)
- Çevre kirliliği

DÖKÜM TEKNOLOJİSİNE GENEL BAKIŞ

- Döküm yöntemleri
- Kum kalıba döküm

Döküm yöntemleri

- Kalıp, döküm ile üretilecek parçanın şeklini belirleyen bir iç boşluğa sahiptir. Soğuma ve katılaşma esnasında metaldeki büzülme karşılamak üzere kalıp içerisindeki boşluk, üretimi yapılacak parçadan daha büyük olmalıdır.
- Kalıplar, kum, alçı, seramik ve metal gibi farklı malzemelerden yapılabilir.
- ✓ *Metal sıvılaşacağı sıcaklığa kadar ısıtılır.*
- ✓ *Sıvı metal kalıp boşluğuna dökülür.*
- ✓ *Soğuma ve katılaşma başlar(Faz dönüşümü).*
- ✓ *Soğuyan parça kalıptan çıkartılır ve son işlemler(temizleme, ısıl işlem, talaşlı imalat) uygulanır.*



İki farklı döküm kalıbının şematik gösterimi: **(a)** üretimi istenen parça şekline sahip basit bir kap şeklindeki açık kalıp ve **(b)** daha karmaşık şekilde ve dolayısıyla sıvı metalin kalıp boşluğuna nakli için yolluk sistemi gerektiren kapalı kalıp

Kum Kalıba Döküm

- En önemli döküm yöntemidir.
- Kalıp alt ve üst dereceden oluşur.
- Kalıp boşluğu model (ahşap, plastik gibi) ile oluşturulur.
- Model boyutu döküm parçasından büyük tasarlanır(metal soğuma ve katılaşma esnasında büzülür)
- Yolluk, sıvı metalin kalıp boşluğa aktarılmasını sağlayan kanal.
- Besleyici(çıkıcı), katılaşma büzülmesini karşılamak üzere kalıp içerisinde oluşturulan sıvı metal deposudur

ERİTME VE KALIBA DÖKÜM

Döküm işlemini gerçekleştirmek için metal, erime derecesi üzerindeki bir sıcaklığa ısıtılarak eritilir ve katılaştırmaya bırakılmak üzere kalıp boşluğuna doldurulur.

ERİTME VE KALIBA DÖKÜM

- **Metalin eritilmesi**
- **Sıvı metalin kalıba dökülmesi**
- **Metalin kalıba dökülmesinin mühendislik analizi**
- **Akışkanlık**

ERİTME VE KALIBA DÖKÜM

➤ **Metalin eritilmesi:**

Döküm için yeterli bir sıcaklığa ısıtıp eritmek için çeşitli ısıtma fırınları kullanılabilir.

➤ **Sıvı metalin kalıba dökülmesi:**

Metal uygun sıcaklığa ısıtıldıktan sonra kalıba dökmek için hazırdır. Bu adım önemlidir. Sıvı metal katılaşmadan kalıp boşluğunun tüm detaylarını doldurmalıdır.

Bu aşamada önemli olan faktörler

1-döküm sıcaklığı, 2-döküm hızı, 3-türbülans

ERİTME VE KALIBA DÖKÜM

➤ Metalin kalıba dökülmesinin mühendislik analizi:

Bernoulli denkleminde düşey yolluk tabanındaki akış hızı,

$$v = \sqrt{2gh}$$

Süreklilik kanunu

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2$$

V hacmindeki bir kalıp boşluğunun dolması için gerekli zaman

$$T_{MF} = \frac{V}{Q}$$

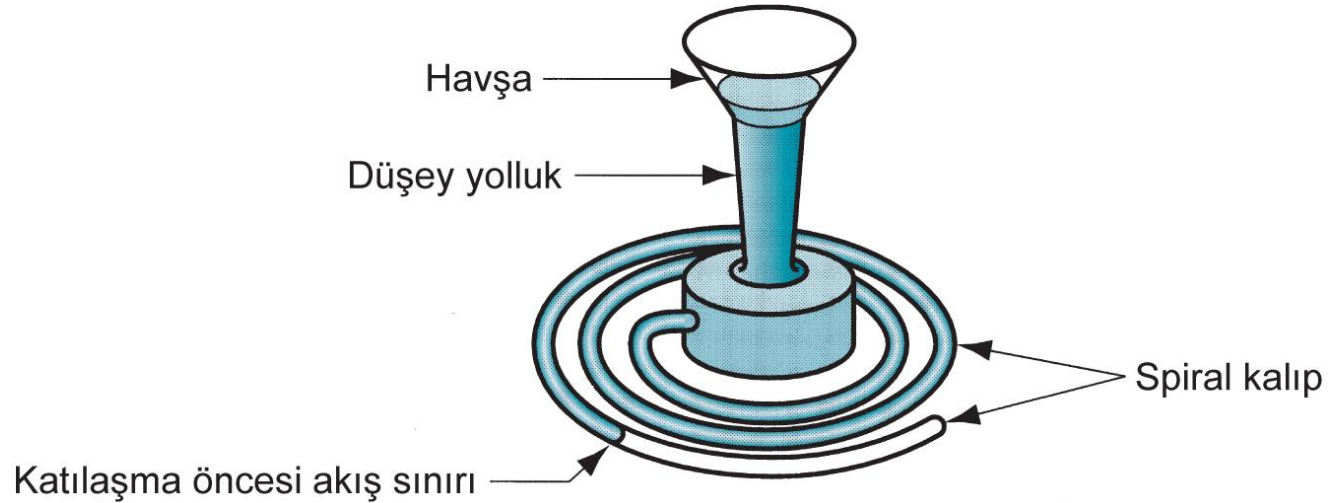
T_{MF} =Kalıp dolma süresi, s

V=Kalıp boşluğunun hacmi, cm^3

Q=hacimsel debi, cm^3/s

Akışkanlık

- ✓ **Akışkanlık**, sıvı metalin katılaşmadan kalıp boşluğuna akma ve kalıbı doldurma kapasitesinin bir ölçüsüdür.
- ✓ Vizkosite'nin tersidir.
- ✓ Vizkosite artarsa akışkanlık azalır.



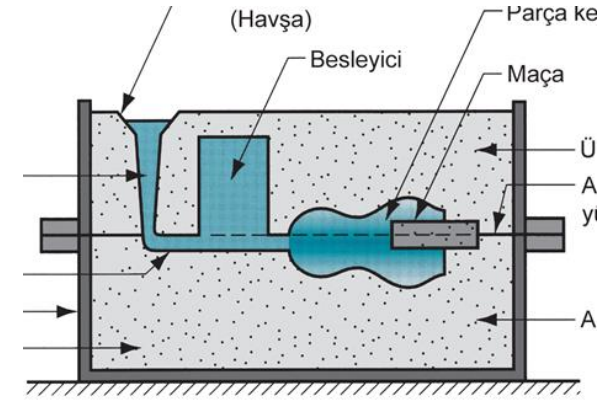
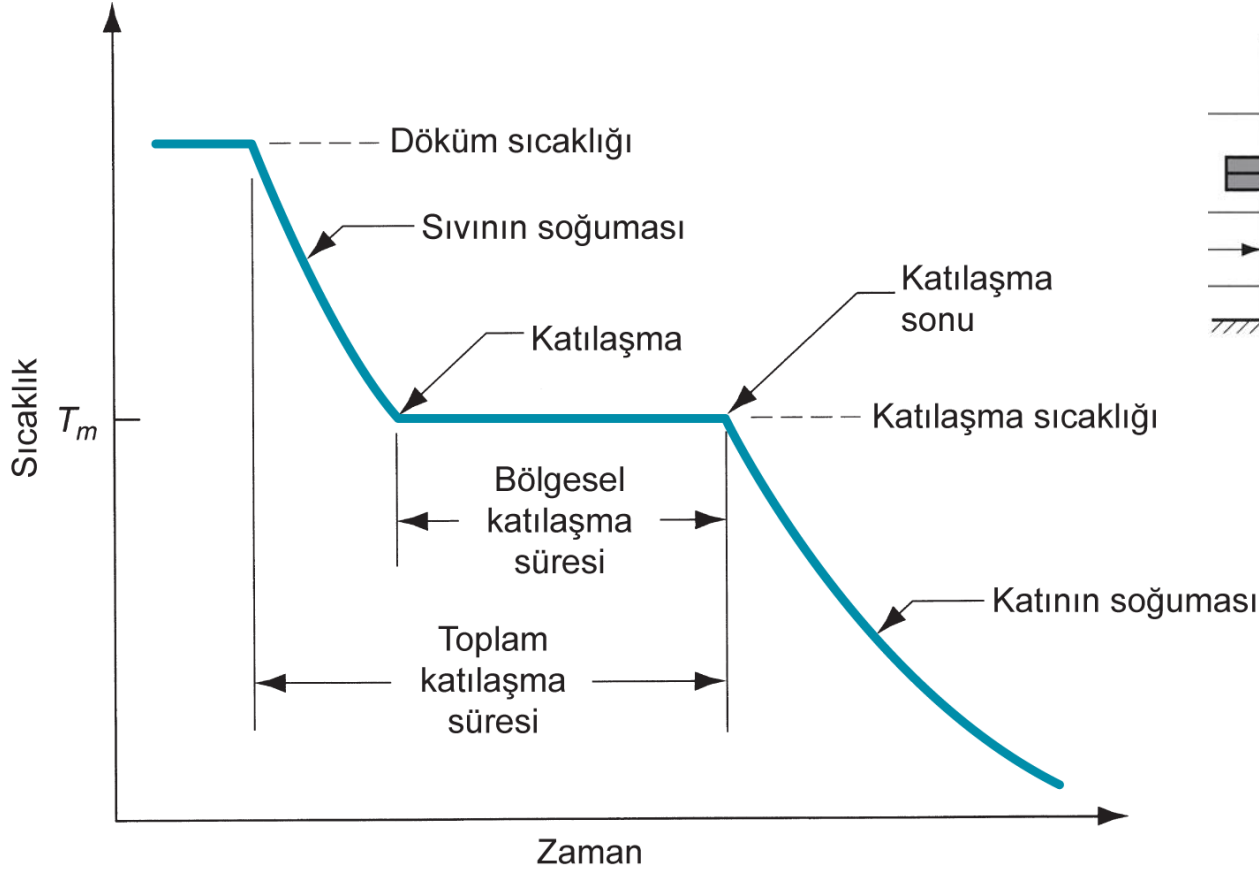
Akışkanlığı ölçen spiral kalıp testi. Bu testte akışkanlık, spiral kanal içerisinde sıvı metalin katılaşmadan doldurduğu uzunluk ile ölçülür

KATILAŞMA VE SOĞUMA

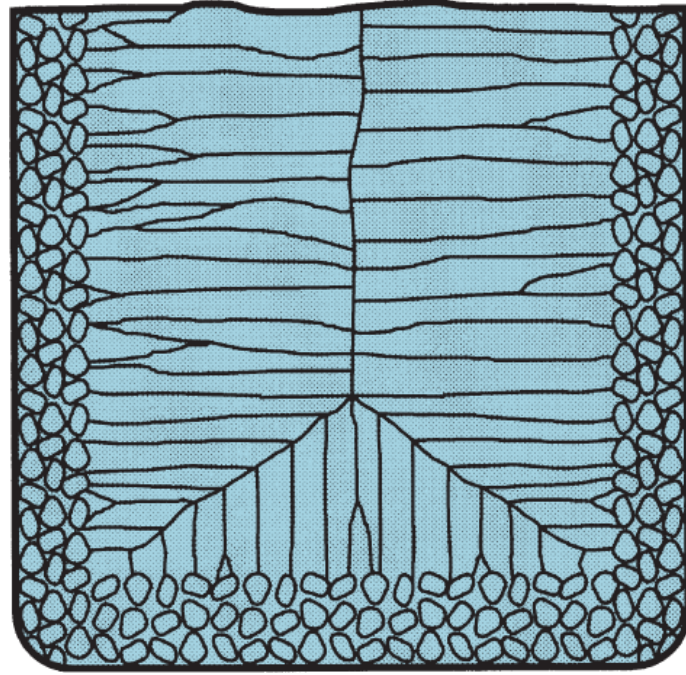
METALLERİN KATILAŞMASI

Sıvı metal kalıp boşluğuna doldurulduktan sonra soğur ve katılaşıır.

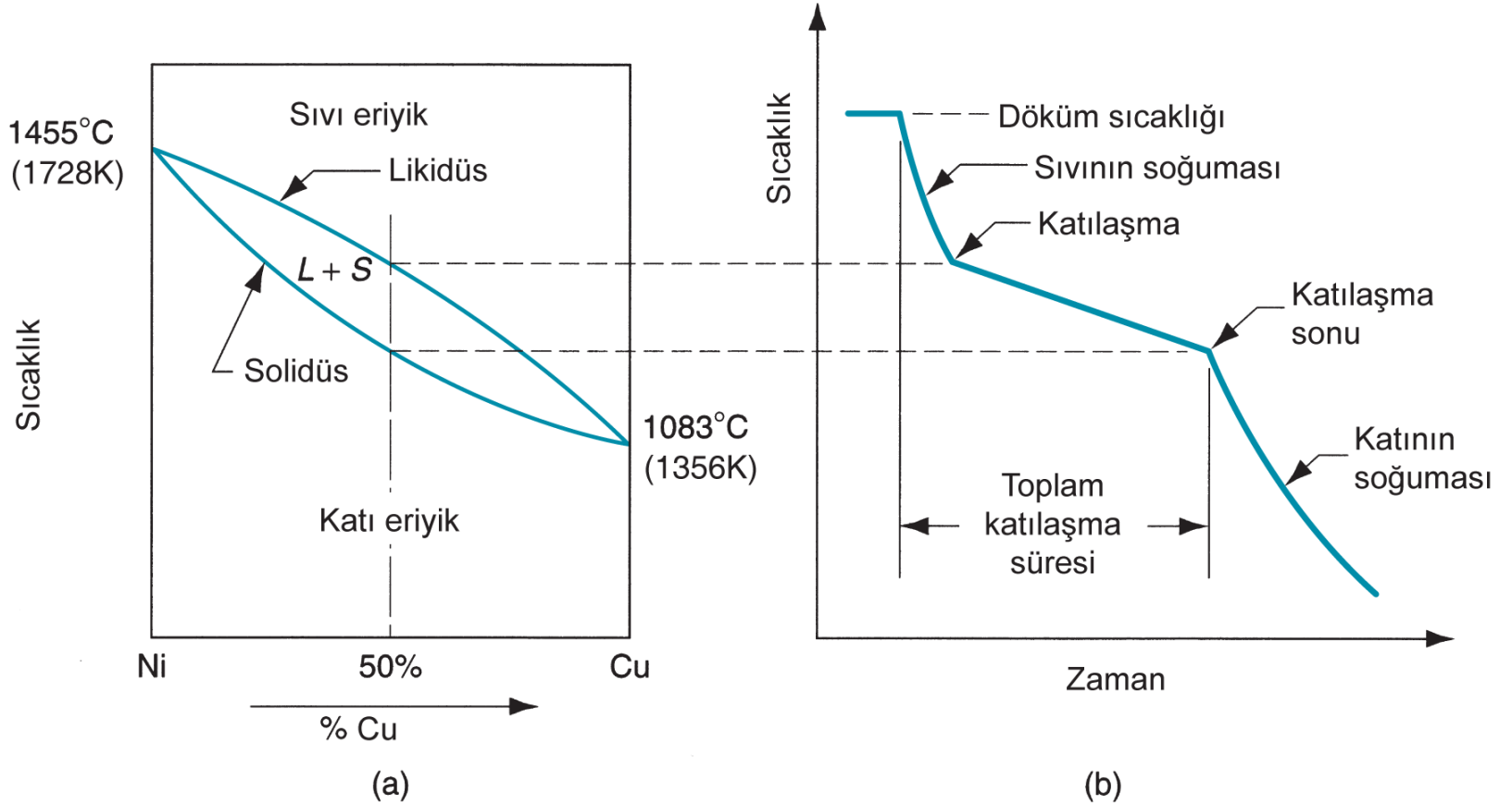
- **Saf Metallerin Katılaşması**
- **Alaşımları Çođunluđunda Katılaşma**
- **Ötektik Alaşımlarda Katılaşma**

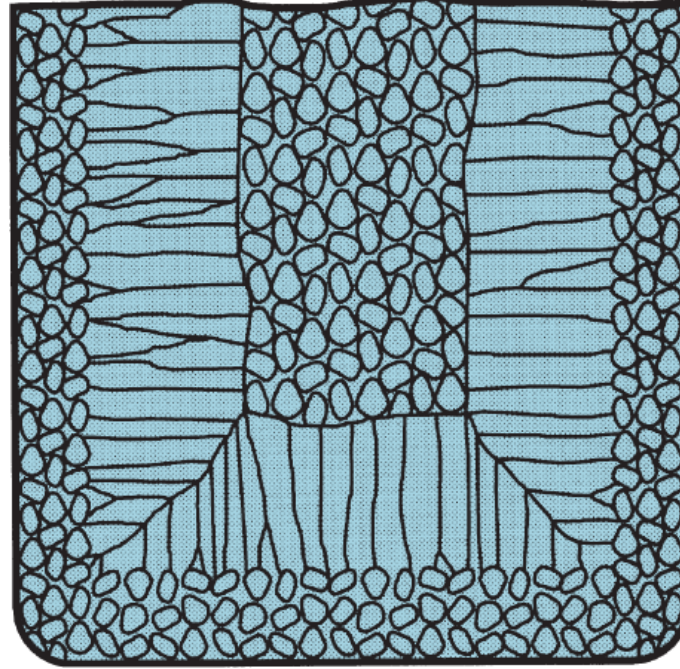


Saf bir metalin döküm işlemindeki soğuma eğrisi.



Bir saf metalin dökümü sonrası oluşan tipik tane yapısı
(kalıp cidarlarında ince taneli eş eksenli taneler ve iç kısımlarda döküm merkezine yönelmiş iri kolonsal taneler)





Merkezinde alaşım elementi segregasyonunu bulunan bir alaşım dökümün tipik tane yapısı

Katılma Süresi

- Toplam katılma süresi, sıvı metalin kalıba dökülmesinden katılma süresine kadar geçen süredir. Bu süre;
 - Döküm parçasının şekline
 - Döküm parçasının boyutuna bağlıdır.

Katılma Süresi-Chvorinov Kuralı

- Katılma süresi & döküm parçası şekil ve boyutu arasındaki bağıntıdır.

T_{TS} =toplam katılma süresi, dak.

C_m =Kalıp Sabiti, dak/cm^2

V =döküm parçasının hacmi, cm^3

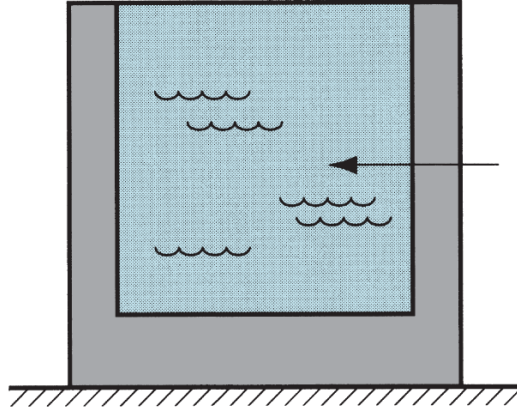
A =Döküm parçasının yüzey alanı, cm^2

$n=2$ (sabit değer)

$$T_{TS} = C_m \left(\frac{V}{A} \right)^n$$

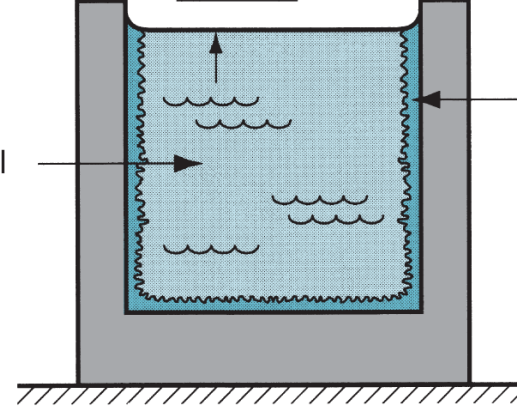
Katılaşma Büzülmesi

Kalıp
doldurulduğundaki
sıvı metalin ilk
seviyesi

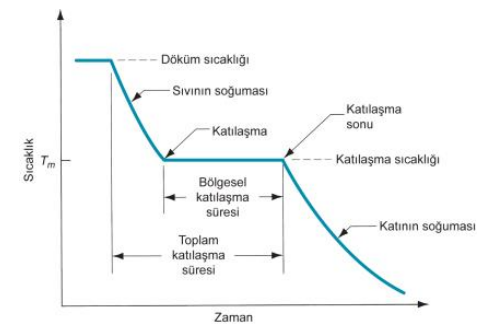


(0)

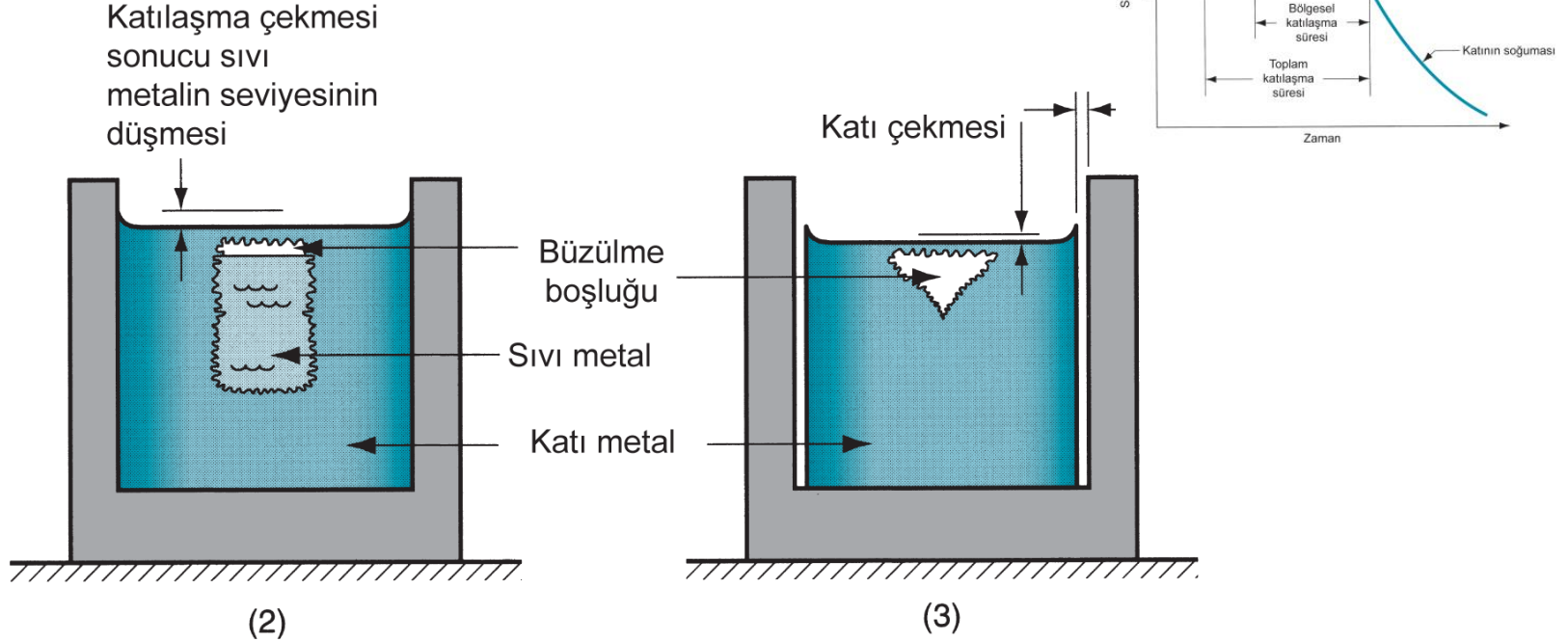
Sıvı çekmesi
sonucu çökme



(1)



Silindirik bir döküm parçasının katılaşma ve soğuma esnasında büzülmesi: (0) sıvı metalin kalıba doldurulduktan hemen sonraki seviyesi, (1) soğuma esnasında sıvının kendini çekmesi sonucu çökme (Çizimlerde daha iyi görülebilmesi için boyut değişiklikleri abartılı olarak çizilmiştir).



Silindirik bir döküm parçasının katılaşma ve soğuma esnasında büzülmesi: (2) katılaşma çekmesi sonucu sıvı metal seviyesinin düşmesi ve büzülme boşluğu oluşumu ve (3) **katı büzülmesi** sonucu döküm parçası boyu ve çapında küçülme. (Çizimlerde daha iyi görülebilmesi için boyut değişiklikleri abartılı olarak çizilmiştir).

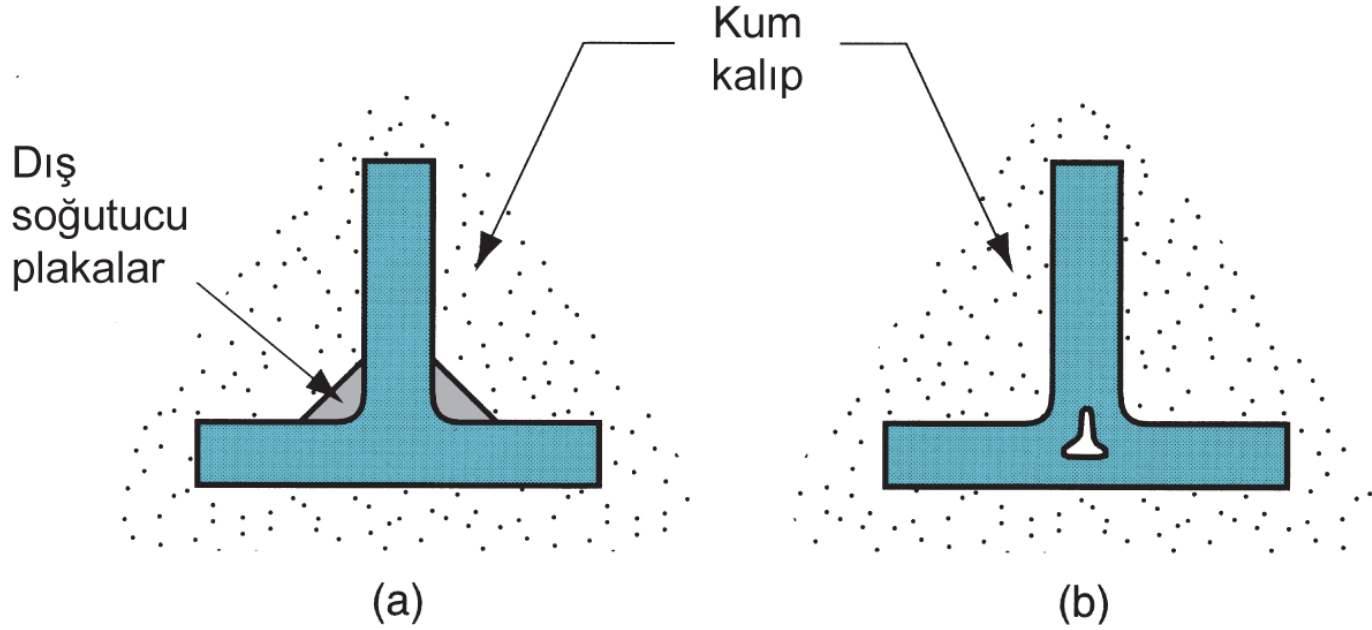
TABLE 10.1 Typical linear shrinkage values for different casting metals due to solid thermal contraction.

Metal	Linear shrinkage	Metal	Linear shrinkage	Metal	Linear shrinkage
Aluminum alloys	1.3%	Magnesium	2.1%	Steel, chrome	2.1%
Brass, yellow	1.3%–1.6%	Magnesium alloy	1.6%	Tin	2.1%
Cast iron, gray	0.8%–1.3%	Nickel	2.1%	Zinc	2.6%
Cast iron, white	2.1%	Steel, carbon	1.6%–2.1%		

YÖNLENDİRİLMİŞ KATIŁAŐTIRMA

Büzölmenin zararlı etkilerini azaltmak için, katılaşmanın kalıbın sıvı metal rezervine en uzak noktasında ilk önce başlaması ve en son besleyici(ler)de son bulması arzu edilir.

Bu şekilde, katılaşmadan kaynaklanan büzölme boşluklarını engellemek üzere sürekli olarak besleyiciden sıvı metal takviyesi sağlanır. Sıvı metalin katılaşması esnasında önemli bir sorun olan katılaşma büzölmesinin kontrol edilmesine yönelik bu uygulamaya ***yönlendirilmiş katılaştırma*** denir.



(a) Döküm parçasının ince kesitli bölümünde hızlı soğutma sağlamak için dış soğutucu plaka yerleştirilmesi ve (b) dış soğutucu kullanılmadığı durumda olası sonuç (iç boşluk oluşumu)

Besleyici Tasarımı

9.3.5 BESLEYİCİ (ÇIKICI) TASARIMI

Daha önce açıklandığı gibi, besleyici (çıkıcı) kum kalıba dökümde katılma büzülmesini karşılamak üzere döküm parçasına katılma esnasında sıvı metal takviyesi yapan sıvı metal depolarıdır, Şekil 9.2(b). Fonksiyonunu yerine getirebilmesi için, besleyicinin döküm parçasının katılması tamamlanıncaya kadar sıvı halde kalması gereklidir. Bu şartı sağlamak için besleyici boyutlarının belirlenmesinde Chvorinov kuralı kullanılabilir.

Örnek 9.3 Chvorinov Kuralı Kullanılarak Besleyici Tasarımı

Kum kalıba dökümde kullanılmak üzere silindirik bir besleyici tasarımı gerekmektedir. Döküm parçası, 7.5 cm × 12.5 cm × 2.0 cm ölçülerinde dikdörtgen prizması şeklinde olup çelikten dökülecektir. Ön çalışmalar bu döküm parçası için toplam katılma süresinin (T_{TS}) 1.6 dakika olduğunu göstermiştir. Silindirik besleyicinin çap/yükseklik (D/H) oranı 1.0 olduğuna göre, toplam katılma süresi 2.0 dakika olması için besleyici boyutlarının ne olması gerektiğini bulunuz.

Çözüm: